

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

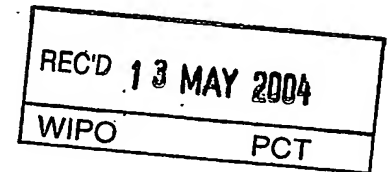
23. 3. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 3 月 2 5 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 0 8 2 5 8 9  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 0 8 2 5 8 9 ]



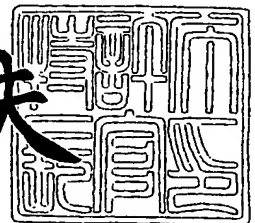
出 願 人  
Applicant(s): 大阪瓦斯株式会社

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 4 月 2 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 T103028700  
【提出日】 平成15年 3月25日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H01L 21/00  
【発明の名称】 フィルタ機能付き光センサ及び火炎センサ  
【請求項の数】 9  
【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内

【氏名】 平野 光

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501 名城大学理工学部内

【氏名】 上山 智

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501 名城大学理工学部内

【氏名】 天野 浩

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501 名城大学理工学部内

【氏名】 赤▲崎▼ 勇

【特許出願人】

【識別番号】 000000284

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

【氏名又は名称】 大阪瓦斯株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100107308

【住所又は居所】 大阪府大阪市北区豊崎 5 丁目 8 番 1 号

【弁理士】

【氏名又は名称】 北村 修一郎

【電話番号】 06-6374-1221

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049700

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704589

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フィルタ機能付き光センサ及び火炎センサ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 色ガラスフィルタを備え、検出対象波長範囲を含む所定の波長範囲の光を透過させるフィルタ装置と、前記フィルタ装置を透過した光を受光する受光装置とを備えてなるフィルタ機能付き光センサであって、

前記フィルタ装置を構成する、複数の光透過層が積層されてなる第1干渉フィルタ構造が、前記色ガラスフィルタの表面上に堆積され、

前記受光装置が、単数または複数の半導体層を有する半導体受光素子構造を備え、前記半導体受光素子構造中の単数または複数の半導体層に受光領域が形成され、前記受光領域の形成に係る前記単数または複数の半導体層が  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 0.21$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ) を含むフィルタ機能付き光センサ。

【請求項2】 前記フィルタ装置を構成する、複数の光透過層が積層されてなる第2干渉フィルタ構造が、前記第1干渉フィルタ構造が堆積される側とは逆の前記色ガラスフィルタの表面上に堆積される請求項1に記載のフィルタ機能付き光センサ。

【請求項3】 前記干渉フィルタ構造が  $\text{SiO}_2$  及び  $\text{HfO}_2$  の少なくとも一方を含み、露出面が酸化物となるように構成されている請求項1又は請求項2に記載のフィルタ機能付き光センサ。

【請求項4】 前記受光領域の吸収端波長に相当する前記検出対象波長範囲の長波長端波長が、前記フィルタ装置による所定の光透過波長範囲の長波長端波長近傍に設計され、

前記検出対象波長範囲内にある所定の第1波長における第1感度の値が、前記検出対象波長範囲外にあり、前記第1波長より50nmだけ長波長の第2波長における第2感度の値の1万倍以上である請求項1から請求項3の何れか1項に記載のフィルタ機能付き光センサ。

【請求項5】 前記検出対象波長範囲の長波長端波長が波長  $400\text{nm} \pm 20\text{nm}$  である請求項4に記載のフィルタ機能付き光センサ。

【請求項 6】 前記検出対象波長範囲の長波長端波長が波長  $365\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$  である請求項 4 に記載のフィルタ機能付き光センサ。

【請求項 7】 前記検出対象波長範囲の長波長端波長が波長  $315\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$  である請求項 4 に記載のフィルタ機能付き光センサ。

【請求項 8】 前記検出対象波長範囲の長波長端波長が波長  $280\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$  である請求項 4 に記載のフィルタ機能付き光センサ。

【請求項 9】 請求項 1 から請求項 8 の何れか 1 項に記載のフィルタ機能付き光センサを窒素ガス又は不活性ガスで封止して構成した火炎センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は色ガラスフィルタに干渉フィルタ構造が堆積されてなるフィルタ装置を受光装置の光入射面側に備えてなる光センサ及び火炎センサに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、ガラスに発色剤（金属やその化合物）を添加することで色ガラスフィルタを形成し、その色ガラスフィルタと受光装置とを組み合わせた光センサが提案されている。この光センサは、所定の波長範囲の光を色ガラスフィルタによって遮断し、その色ガラスフィルタを通過した所望の波長範囲の光を検出するような構成となっている（例えば、特許文献 1 を参照）。例えば、紫外域から赤外域にまで広がる太陽光の内の紫外光のみを選択的に検出する場合、可視域および赤外域の光を遮断可能な色ガラスフィルタを用いることで、紫外域の光のみが受光装置側に到達し、検出されるという波長選択性を有する光センサが構成される。

【0003】

そのような光センサの応用例としては、UV-A（波長  $315\text{ nm} \sim 400\text{ nm}$ ）、UV-B（波長  $280\text{ nm} \sim 315\text{ nm}$ ）、UV-C（波長  $100\text{ nm} \sim 280\text{ nm}$ ）などを検出対象としたセンサが挙げられ、それらに対しては各検出対象波長範囲にある波長の光のみを検出するという波長選択性が要

求される。他には、半導体露光装置のフォトリソグラフィ工程において光源の光強度を測定するための照度計がある。このように光源として水銀ランプの g 線（波長 436 nm）や h 線（波長 405 nm）や i 線（波長 365 nm）などの輝線の何れか 1 つを使用してレジストの露光を行う場合にも、目的の輝線による光量を選択的に測定する必要がある。

#### 【0004】

但し、上述のような光センサにおける波長選択性を良好なものとするためには、フィルタ装置を通過した後の光の強度を特定の波長（遮断波長）において極めて急峻に変化させ、且つ検出対象とする波長範囲での感度が、検出対象としない波長範囲での感度の 1 万倍以上にさせる必要がある。色ガラスフィルタはガラス中に金属や化合物などの不純物が混入されて形成され、入射される光の内、所定の波長範囲の光をその不純物により吸収・散乱させるものであるが、透過光のスペクトルを示す光透過特性は波長に関して緩やかに変化するため、フィルタ装置を通過した後の光には、本来、フィルタ装置で遮断されるべき波長の光が混入し、上述の感度差を十分に得られないという問題が発生する。

#### 【0005】

そのような波長選択性の問題を解決するために、上述の色ガラスフィルタの表面上または受光装置の受光面上に、複数の光透過層が積層されてなり、光の干渉作用を使用して特定の波長範囲の光を遮断可能な干渉フィルタ構造を堆積させることでフィルタ装置による波長選択性を良好にする手法も採り得る。

#### 【0006】

##### 【特許文献 1】

特開平 11-153483 号公報（図 1）

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、干渉フィルタ構造は光の干渉作用を利用して特定の波長範囲の光を遮断するため、遮断可能な波長範囲が非常に狭い。従って、互いに異なる遮断波長範囲を有する複数種の干渉フィルタ構造を色ガラスフィルタの表面上または受光装置の受光面上に堆積させることが要求されるのだが、干渉フィルタ構造

を厚く堆積させると、ひび割れなどが発生するという問題が新たに見出された。また、色ガラスフィルタ及び干渉フィルタ構造で用いられている光学材料一般は、その材料自体の特性によってUV-BやUV-Cでの紫外線の透過性能が制限される。更に、UV-BやUV-Cだけを選択的に透過させる現状のフィルタは、検出対象とする波長の光を良好に透過させ、且つ検出対象としない波長の光を良好に遮断するといった波長選択性が悪いという問題がある。例えば、検出対象とする波長域と検出対象としない波長域のそれぞれに近接して存在する2つの波長における光透過率は、干渉フィルタの場合でも1%程度の差しかなく、色ガラスフィルタに至ってはほとんど差がないのが実状である。そのため、太陽光に含まれる非常に弱い光強度のUV-BやUV-Cを高い精度で検出できないという問題があり、他にも、水銀灯の所望の輝線以外の発光により、受光装置の長波長側の感度の積分が、照射計の出力に加算されてしまうという問題がある。

#### 【0008】

また、紫外光を良好に透過させることのできる色ガラスフィルタはほとんど存在せず、ホウ素酸化物、アルミニウム酸化物、マグネシウム酸化物などから母材が構成されている色ガラスフィルタが紫外光を良好に透過させる特性を有していることが知られている程度である。しかし、このような紫外線の透過性能を有して、且つ可視域の光を有為に遮断する特性を有する色ガラスフィルタは、 $\text{SiO}_2$ や $\text{Al}_2\text{O}_3$ のような安定な母材だけを原料としない。従って、そのような色ガラスフィルタにおいては、熱や水分などの周囲環境の影響を受けて光学的な特性が変化するという問題が知られており、その色ガラスフィルタを高温・高湿などの環境下で使用する場合には特にその影響が大きくなる。特に、上述のように色ガラスフィルタを用いたフィルタ装置と受光装置とを組み合わせ、所定の波長範囲の光のみを選択的に検出することが求められる光センサを構成する場合、色ガラスフィルタの光学特性が経時的に変化する（つまり、受光装置側に入射する光の波長・強度が変化する）ことは大きな問題となる。

#### 【0009】

例えば、上述のような構成の光センサを、紫外域の光を選択的に検出することが要求されるタイプの火炎センサとして使用する場合、太陽光や各種照明機器な

どからの室内光などの外乱光とは異なる波長範囲に現れる火炎の光（波長約 300 nm～約 280 nm 以下）の光強度が非常に小さいことを考慮すると、波長選択性の良好なフィルタ装置によって外乱光のみを確実に遮断しなければならない。その際、火炎センサは熱や水分の影響を大きく受けるため、色ガラスフィルタの光学特性が熱や水分の影響により変化すれば、本来、受光装置側に入射されるべき火炎の光がフィルタ装置によって遮断されたり、本来、フィルタ装置で遮断されるべき外乱光が受光装置側に入射されたりすることで、火炎センサ（光センサ）による火炎の光の検出結果に信頼性が置けなくなる。

#### 【0010】

本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、長期間にわたって安定した光学特性を保持することのできるフィルタ装置を備えた光センサ及び火炎センサを提供する点にある。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するための本発明に係るフィルタ機能付き光センサの特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 1 に記載の如く、色ガラスフィルタを備え、検出対象波長範囲を含む所定の波長範囲の光を透過させるフィルタ装置と、前記フィルタ装置を透過した光を受光する受光装置とを備えてなるフィルタ機能付き光センサであって、前記フィルタ装置を構成する、複数の光透過層が積層されてなる第 1 干渉フィルタ構造が、前記色ガラスフィルタの表面上に堆積され、前記受光装置が、単数または複数の半導体層を有する半導体受光素子構造を備え、前記半導体受光素子構造中の単数または複数の半導体層に受光領域が形成され、前記受光領域の形成に係る前記単数または複数の半導体層が  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 0.21$ 、 $0 \leq y \leq 1$ ) を含む点にある。

#### 【0012】

上記課題を解決するための本発明に係るフィルタ機能付き光センサの別の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 2 に記載の如く、前記フィルタ装置を構成する、複数の光透過層が積層されてなる第 2 干渉フィルタ構造が、前記第 1 干渉フィルタ構造が堆積される側とは逆の前記色ガラスフィルタの表面上に堆積され



る点にある。

【0013】

上記課題を解決するための本発明に係るフィルタ機能付き光センサの更に別の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項3に記載の如く、前記干渉フィルタ構造が $\text{SiO}_2$ 及び $\text{HfO}_2$ の少なくとも一方を含み、露出面が酸化物となるように構成されている点にある。

【0014】

上記課題を解決するための本発明に係るフィルタ機能付き光センサの更に別の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項4に記載の如く、前記受光領域の吸収端波長に相当する前記検出対象波長範囲の長波長端波長が、前記フィルタ装置による所定の光透過波長範囲の長波長端波長近傍に設計され、前記検出対象波長範囲内にある所定の第1波長における第1感度の値が、前記検出対象波長範囲外にあり、前記第1波長より50nmだけ長波長の第2波長における第2感度の値の1万倍以上である点にある。

【0015】

上記課題を解決するための本発明に係るフィルタ機能付き光センサの更に別の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項5に記載の如く、前記検出対象波長範囲の長波長端波長が波長400nm±20nmである点にある。

【0016】

上記課題を解決するための本発明に係るフィルタ機能付き光センサの更に別の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項6に記載の如く、前記検出対象波長範囲の長波長端波長が波長365nm±20nmである点にある。

【0017】

上記課題を解決するための本発明に係るフィルタ機能付き光センサの更に別の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項7に記載の如く、前記検出対象波長範囲の長波長端波長が波長315nm±20nmである点にある。

【0018】

上記課題を解決するための本発明に係るフィルタ機能付き光センサの更に別の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項8に記載の如く、前記検出対象波長範

図の長波長端波長が波長  $280\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$  である点にある。

#### 【0019】

上記課題を解決するための本発明に係る火炎センサの特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 9 に記載の如く、請求項 1 から請求項 8 の何れか 1 項に記載のフィルタ機能付き光センサを窒素ガス又は不活性ガスで封止して構成した点にある。

#### 【0020】

以下に作用並びに効果を説明する。

本発明に係る光センサの第一の特徴構成によれば、フィルタ装置が色ガラスフィルタと上記第 1 干渉フィルタ構造とを備えて構成され、受光装置が  $\text{InAlGa N}$  を含む受光領域を備えた半導体受光素子構造によって構成されているので、外部から光センサに照射された光は、フィルタ装置によって検出対象波長範囲よりも長波長側の光が有効に遮断された上で受光装置に到達し、受光装置において、検出対象波長範囲外の光が受光装置の受光領域に到達しないような光センサを提供することができる。また、 $\text{InAlGa N}$  は直接遷移型の半導体であるので、吸収端波長において受光領域の光吸収スペクトルが急峻に変化するため、波長選択性の良好な光センサを提供することができる。

#### 【0021】

更に、色ガラスフィルタの少なくとも 1 つの表面上に色ガラスフィルタの保護層としての上記第 1 干渉フィルタ構造が堆積されているので、色ガラスフィルタが熱や水分などに曝されて劣化することを防止することができる。その結果、当初の光学特性を長期間にわたって保持することのできる色ガラスフィルタを備え、長期間にわたって安定した性能を発揮することができる光センサを提供することができる。

#### 【0022】

本発明に係る光センサの第二の特徴構成によれば、上記第 2 干渉フィルタ構造が、上記第 1 干渉フィルタ構造が堆積される側とは逆の色ガラスフィルタの表面上に形成されるので、色ガラスフィルタの大部分を干渉フィルタ構造で保護することができ、その結果、熱や水分に対する耐性（対環境性）が大きい光センサを

提供することができる。

#### 【0023】

本発明に係る光センサの第三の特徴構成によれば、色ガラスフィルタが、 $\text{SiO}_2$  及び  $\text{HfO}_2$  の少なくとも一方を含んで構成される干渉フィルタ構造によって覆われ、その干渉フィルタ構造の露出面が酸化物となるように構成されているので、周囲環境の熱や水分の影響を干渉フィルタ構造で遮断して、その影響が色ガラスフィルタに及ぼされないことを確保することができる。その結果、熱や水分に対する耐性（対環境性）が大きい光センサを提供することができる。

#### 【0024】

本発明に係る光センサの第四の特徴構成によれば、上記受光領域の吸収端波長に相当する上記検出対象波長範囲の長波長端波長が、上記フィルタ装置による光の透過波長範囲の長波長端波長近傍に設計され、上記検出対象波長範囲内にある所定の第1波長における第1感度の値が、検出対象波長範囲外にあり、第1波長より50nm長波長の第2波長における第2感度の値の1万倍以上にすることができることから、検出対象とする光のみを高い波長選択性を持って検出することができる。その結果、検出対象波長範囲内にある光が微弱であっても、その存在を良好に検出することができる光センサを提供することができる。

#### 【0025】

本発明に係る光センサの第五の特徴構成によれば、検出対象波長範囲の長波長端、言い換えると受光領域の吸収端波長が、波長400nm $\pm$ 20nmであるので、UV-A（波長315nm $\sim$ 波長400nm）とされる紫外線の長波長端以下の光（UV-B、UV-Cを含む）を検出可能な光センサを提供することができる。つまり、UV-A、UV-B、およびUV-Cの光検出用の光センサを提供することができる。尚、UV-Bは波長280nm $\sim$ 波長315nmの範囲であり、UV-Cは波長100nm $\sim$ 波長280nmの範囲に広がる光であると規定されている。

#### 【0026】

本発明に係る光センサの第六の特徴構成によれば、検出対象波長範囲の長波長端、言い換えると受光領域の吸収端波長が、波長365nm $\pm$ 20nmであるの

で、低温ボイラにおける火炎のスペクトルに含まれる波長 365 nm 付近の光を検出可能な光センサを提供することができる。

#### 【0027】

本発明に係る光センサの第七の特徴構成によれば、検出対象波長範囲の長波長端、言い換えると受光領域の吸収端波長が、波長 315 nm ± 20 nm であるので、UV-B（波長 280 nm ~ 波長 315 nm）とされる紫外線の長波長端以下の光（UV-Cを含む）を検出可能な光センサを提供することができる。つまり、UV-B、および UV-C の光検出用の光センサを提供することができる。

#### 【0028】

本発明に係る光センサの第八の特徴構成によれば、検出対象波長範囲の長波長端、言い換えると受光領域の吸収端波長が、波長 280 nm ± 20 nm であるので、UV-C（波長 100 nm ~ 波長 280 nm）とされる紫外線の長波長端以下の光を検出可能な光センサを提供することができる。つまり、UV-C の光検出用の光センサを提供することができる。

#### 【0029】

本発明に係る火炎センサの特徴構成によれば、火炎センサが上記フィルタ装置及び上記受光装置を含む光センサが窒素ガス又は不活性ガスで封止して構成されるので、熱や水分に対する耐性（対環境性）が更に大きい火炎センサを提供することができる。また、上記フィルタ装置と上記受光装置との組み合わせにより、検出対象とする波長範囲（火炎の光が含まれる範囲）における感度と、検出対象としない波長範囲（太陽光や室内光などの外乱光が含まれる範囲）における感度との間の感度差が大きい火炎センサが得られることから、照射される火炎の光強度が小さい場合であっても、その存在を外乱光と区別して感度良く検出することができる火炎センサを提供することができる。

#### 【0030】

##### 【発明の実施の形態】

以下に図面を参照して本発明に係る光センサについて説明する。

図1から図3に例示するのは、フィルタ装置1と受光装置2とを備えてなる光センサの構成を説明する図である。フィルタ装置1は、色ガラスフィルタ3の少

なくとも1つの表面上に、所定の第1波長範囲の光を選択的に遮断可能であるように複数の光透過層4a、4bが積層されてなる第1干渉フィルタ構造4が堆積されて構成されている。更に、図1および図2に例示する光センサでは、所定の第2波長範囲の光を選択的に遮断可能であるように複数の光透過層5a、5bが積層されてなる第2干渉フィルタ構造5が、上記第1干渉フィルタ構造4が堆積されるのとは別の色ガラスフィルタ3の表面上に堆積されている。

#### 【0031】

上述の干渉フィルタ構造4においては、光透過層4aと光透過層4bの各界面で入射光と反射光とが干渉し合うため、特定の波長範囲の光が打ち消されることとなる。ここで、どの波長範囲の光を打ち消すかは、光透過層4aおよび光透過層4bの組成（つまりは屈折率）および膜厚によって決定されるため、その成膜時にそれらを変えることで、打ち消される波長範囲の調整を自在に行うことができる。尚、図中では光透過層4aと光透過層4bとを2層ずつ積層した場合を例示しているが、第1干渉フィルタ構造4による光透過スペクトルを所望の波長範囲で急峻に変化させたい場合には、数多くの光透過層4aと光透過層4bとを積層することが好ましい。但し、干渉フィルタ構造の厚さ大きくし過ぎるとひび割れが発生するなどの問題が見出されたため、その厚さは約 $1.5\mu\text{m}$ ～ $3\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。また、上記第2干渉フィルタ構造5についても上記干渉フィルタ構造4と同様であり、光透過層5aと光透過層5bの各界面で入射光と反射光とが干渉しあうため、特定の波長範囲の光が打ち消されることとなる。

#### 【0032】

色ガラスフィルタ3は、ホウ素酸化物、アルミニウム酸化物、マグネシウム酸化物、リン酸化物などを主に含み、更にコバルト酸化物、バリウム酸化物、シリカ、亜鉛酸化物、カルシウム酸化物、ニッケル酸化物などを含むように作製される。一般的に、色ガラスフィルタは熱や水分などによって経時的に劣化し、その劣化が光学特性の変化を招くことが知られている。しかしながら、図1に示したように、色ガラスフィルタ3の表面上を上述の干渉フィルタ構造などで覆って保護することで、色ガラスフィルタ3に対する熱や水分の影響を遮断して、長期間にわたって安定した光学特性を発揮させることができるフィルタ装置1を提供す

ることができる。

### 【0033】

以上のようなフィルタ装置 1 を透過した光（図中に破線で示す）の波長は、フィルタ装置 1 を構成する色ガラスフィルタ 2 の光透過特性、第 1 干渉フィルタ構造 4 の光透過特性、および第 2 干渉フィルタ構造 5 の光透過特性により決定され、光センサにとっての検出対象波長範囲内の光となるように適宜調整される。受光装置 2 として使用可能なデバイスとしては、検出対象波長範囲の光に対してのみ感度を有するような波長選択性の良好なフォトダイオード（PN 接合型、PIN 接合型、ショットキーダイオード型など）、フォトコンダクタ、フォトリスタなどの半導体デバイスが好ましい。更に、波長選択性の良好な半導体デバイスを得るためには、その半導体デバイスにおいて、受光領域の形成に係る半導体層のバンドギャップエネルギーから換算される受光領域の吸収端波長が検出対象波長範囲の長波長端波長と等しく、且つ受光領域の形成に係る半導体層が一般式で  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ) と表される直接遷移型の半導体材料で形成されていることが好ましい。

### 【0034】

図 3 に例示するのは、PIN 接合型のフォトダイオードを受光装置 2 として使用した場合の例であり、基板 10 の露出面を受光面 6 として入射光を検出する形態を採用している。この PIN 接合型のフォトダイオードは、基板 10 上に、上方に堆積される半導体層と基板 1 との間の格子不整合を緩和可能な緩衝層 11 と、n 型半導体層 12 と、受光領域として作用する i 型半導体層 13 と、p 型半導体層 14 と、コンタクト層 15 とが順次堆積され、コンタクト層 15 と p 型半導体層 14 と i 型半導体層 13 と n 型半導体層 12 とを部分的にドライエッチングにより除去することにより露出された n 型半導体層 12 の表面に電極 16（n 極）を形成し、コンタクト層 15 の表面に電極 17（p 極）を形成することで得られる。

### 【0035】

具体的には、基板 10 はサファイア基板であり、緩衝層 11 は AlN（厚さ 0.3 μm）であり、n 型半導体層 12 は単結晶の  $\text{n-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ （0

$\leq x \leq 1$ ) (厚さ  $1 \mu\text{m}$ ) であり、i 型半導体層 13 はアンドープの単結晶  $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{N}$  ( $0 \leq z \leq 1$ ) (厚さ  $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ ) であり、p 型半導体層 14 は単結晶の  $\text{p-Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  ( $0 \leq y \leq 1$ ) (厚さ  $80 \text{ nm}$ ) であり、コンタクト層 15 は  $\text{p-GaN}$  (厚さ  $20 \text{ nm}$ ) である。また、電極 16 には n 型半導体層 12 との間でオーミックな接触を形成することのできる材料として  $\text{ZrB}_2$  を用い、電極 17 にはコンタクト層 15 との間でオーミックな接触を形成することのできる材料として  $\text{Al}$ 、 $\text{Au}$ 、 $\text{Ni}$  等の金属電極を用いる。

#### 【0036】

以上のような  $\text{Al}$ 、 $\text{Ga}$ 、 $\text{N}$  を含む各半導体層は、通常の MOCVD 装置を用いて堆積させることができるが、以下に例示する各原料ガスやキャリアガス（窒素や水素など、原料ガスに対して不活性なガス）の分圧、基板温度などの成長条件は適宜調整される。上述の半導体層の堆積の際に使用される原料ガスとしては、トリメチルアルミニウムやトリエチルアルミニウム（アルミニウム源）、トリメチルガリウムやトリエチルガリウム（ガリウム源）、 $\text{NH}_3$ （窒素源）が使用され、更にインジウムを含有させる場合にはそのインジウム源としてトリメチルインジウムやトリエチルインジウムなどが使用される。また、n 型不純物としては  $\text{Si}$  が  $\text{SiH}_4$ （シランガス）の形態で供給され、p 型不純物としては  $\text{Mg}$  が  $\text{C}_2\text{P}_2\text{Mg}$ （シクロペンタンマグネシウム）の形態で供給される。また、各電極を形成するにあたって、 $\text{Al}$ 、 $\text{Au}$ 、 $\text{Ni}$  等の金属電極は通常の蒸着法を使用して形成することができ、 $\text{ZrB}_2$  電極はスパッタリング法を使用して形成することができる。

#### 【0037】

また、色ガラスフィルタ 3 はリン酸化物を主成分とし、第 1 干渉フィルタ構造 4 はそれぞれが光透過層として働く  $\text{SiO}_2$ （光透過層 4a）と  $\text{HfO}_2$ （光透過層 4b）とを交互に積層して構成した。同様に、第 2 干渉フィルタ構造 5 は、それぞれが光透過層として働く  $\text{SiO}_2$ （光透過層 5a）と  $\text{HfO}_2$ （光透過層 5b）とを交互に積層して構成した。ここで、どの波長範囲の光を遮断したいかに応じて各光透過層 4a、4b、5a、5b の膜厚は適宜調整している。尚、上述した干渉フィルタ構造（光透過層 4a、4b、5a、5b）の材料は上述した

ものに限定されず、光透過性の材料であれば他の様々な材料を使用することもできる。例えば、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ などを光透過層として使用することができる。

#### 【0038】

$\text{SiO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ などの材料からなる薄膜（光透過層）は、抵抗加熱、電子ビーム加熱などの真空蒸着法やスパッタリングによって成膜される。その際に使用される各蒸着源またはターゲットは、市販されているものを使用することもできる。

#### 【0039】

以上のように、色ガラスフィルタ 3 と第 1 干渉フィルタ構造 4 と第 2 干渉フィルタ構造 5 とを備えるフィルタ装置 1 を用いることで、受光装置 2（光センサ）が検出対象としない波長範囲の光を予め遮断した上で、受光装置 2 の受光面 6 に対して光を入射させることができる。以下の図 4 および図 5 には、色ガラスフィルタ 3 として使用されるリン酸ガラスの光吸収特性（図 4）と、その色ガラスフィルタ 3 の表面上に、短波長側の吸収の立ち上がり波長が 290 nm である干渉フィルタ構造と、同じく短波長側の吸収の立ち上がりが 385 nm である干渉フィルタ構造とを堆積させることで得られたフィルタ装置の光吸収特性（図 5）とをそれぞれ示す。

#### 【0040】

まず図 4 に示すように、この色ガラスフィルタ 3 は波長約 260 nm～約 380 nm の範囲の光を良好に透過させ、他の波長範囲の光を効果的に遮断可能に設計されている。更に、この色ガラスフィルタ 3 に対して上述したような 2 つの第 1 干渉フィルタ構造 4（短波長側の吸収端波長が約 290 nm）と第 2 干渉フィルタ構造 5（短波長側の吸収端波長が約 385 nm）とが堆積されると、図 5 に示すように波長約 260 nm～約 300 nm という透過波長範囲の光のみを良好に透過させ、更にその透過波長範囲の長波長端波長（約 300 nm）と短波長端波長（約 260 nm）とで光吸収スペクトルが急峻に変化する（つまり、波長選択性が良好である）フィルタ装置 1 が得られる。

#### 【0041】



従って、以上のようなフィルタ装置 1 を通過した後の光には、受光装置 2（光センサ）が検出対象としない波長範囲の光が効果的に遮断されているので、その検出対象としない波長範囲の光を受光装置 2 が誤検出する可能性を非常に低くさせることができる。更に、受光装置 2 が有する受光領域の吸収端波長に相当する検出対象波長範囲の長波長端波長と、フィルタ装置 1 による光の透過波長範囲の長波長端波長とが等しくなるように、受光領域の形成に係る i 型半導体層 13 の吸収端波長を約 300 nm に設計しておけば、受光装置 2 の感度波長範囲外（吸収端波長よりも長い波長）の光が、予めフィルタ装置 1 によって遮断されていることになるため、光センサにおける検出対象範囲外における感度と、検出対象波長範囲内における感度との差を非常に大きくさせることができる。尚、感度（単位は A/W）とは、光センサに照射される光強度（W）に対して、どれだけの光電流（A）が発生したかを示すものであり、同じ強度の光が照射された場合、発生する光電流が大きいほど感度が高いと言える。

#### 【0042】

以下には、図 3 に示したような PIN 接合型のフォトダイオードを受光装置 2 として使用した光センサにおいて、受光領域として作用する i 型半導体層 13 のバンドギャップエネルギーを調整して、紫外域に広がる火炎の光を、太陽光や各種照明機器による室内光などの外乱光と区別して検出することが要求される（つまり、検出対象波長範囲内にある光と、検出対象波長範囲外にある光とを区別して検出することが要求される）火炎センサとして使用する場合の具体例を説明する。尚、以下の説明では受光装置 2 における受光領域の吸収端波長をどのように設定するのかについて説明を行うが、フィルタ装置 1 による透過波長範囲については、少なくとも光センサの検出対象波長範囲を含み、好ましくは透過波長範囲の長波長端波長が受光領域の吸収端波長と等しくなるように、所定の光学特性を有する色ガラスフィルタや各干渉フィルタ構造を組み合わせ使用すればよい。

#### 【0043】

図 6 に示すのは、メタンを燃焼させた際に発生する火炎の発光スペクトルと、波長約 270 nm 以上で大きく観測される太陽光のスペクトルと、波長約 300 nm 以上で大きく観測される照明機器などによる室内光のスペクトルである。火

炎の発光スペクトルにはOHラジカルの発光に起因する310nm付近のピークが最も大きく見られ、そのピークのすそが波長約340nm付近にまで広がっている。また、短波長側には波長約270nm付近の小さなピークと、波長約280nm～波長約300nmに見られるピークとが存在する。従って、火炎の発光のみを感度良く検出するためには、受光装置2として使用されるフォトダイオードにおいて吸収される光に含まれる火炎の光強度をできるだけ大きくし、逆に吸収される光に含まれる太陽光および室内光の光強度をできるだけ小さくすればよい。例えば、吸収される光に含まれる火炎の光強度の割合を大きくするために、上述したピーク波長付近に受光領域のバンドギャップエネルギーを設定し、更に、受光装置2として使用されるフォトダイオードの光入射側に光フィルタを装着して太陽光や室内光を遮断することを行っている。尚、ここに記載した火炎の発光スペクトルは燃焼されるガスの成分などによって変化することもある。

#### 【0044】

以下に、火炎の光を検出対象光とした場合の受光装置2（光センサ）において、各半導体層のバンドギャップエネルギーをどのように設定すればよいのかについて、図7に示すAlGaInNのアルミニウム組成比とAlGaInNのバンドギャップエネルギーとの関係図を例に説明する。尚、図7では、一般式で $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ ）と表される半導体のインジウム組成比 $x$ とアルミニウム組成比 $y$ と $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ のバンドギャップエネルギーとの関係を示しており、AlGaInNのみについて考慮する場合には、インジウム組成比 $x=0$ と見なせばよい。また、本実施形態では、インジウム組成比及びアルミニウム組成比の変数として $x$ 、 $y$ 、 $z$ 、 $m$ 、 $n$ などの文字を個別に使用しているが、インジウム組成比及びアルミニウム組成比とバンドギャップエネルギーの関係は図7に例示するグラフを参照すればよい。

#### 【0045】

まず、i型半導体層13（ $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{N}$ ： $0 \leq z \leq 1$ ）のバンドギャップエネルギーを所望の値に設定するために、そのアルミニウム組成比 $z$ を調整することが行われる。例えば、波長約344nm以下の波長域に広がる検出対象波長範囲内にある火炎の光を選択的に受光することのできる火炎センサを作製したい

場合には、受光領域（i 型半導体層 13）のバンドギャップエネルギーが 3.6 eV 以上となることで、3.6 eV 以上のエネルギーを有する光が選択的に吸収されるように、アルミニウム組成比  $z = 0.05$ 、或いはそれ以上となるように成膜される。或いは、約 300 nm 以上の波長域に含まれる、各種照明機器からの光（室内光）を受光せずに、検出対象波長範囲内にある火炎の光を受光するような火炎センサを作製したい場合には、受光領域（i 型半導体層 13）のバンドギャップエネルギーが 4.1 eV 以上となることで、4.1 eV 以上のエネルギーを有する光が選択的に吸収されるように、アルミニウム組成比  $z = 0.25$ 、或いはそれ以上となるように成膜される。また或いは、約 280 nm 以上の波長域に含まれる、太陽光からの光を受光せずに、検出対象波長範囲内にある火炎の光のみを受光するような火炎センサを作製したい場合には、受光領域（i 型半導体層 13）のバンドギャップエネルギーが 4.4 eV 以上となることで、4.4 eV 以上のエネルギーを有する光が選択的に吸収されるように、アルミニウム組成比  $z = 0.37$ 、或いはそれ以上となるように成膜される。

#### 【0046】

或いは、弱い光強度であれば太陽光などの外乱光が受光領域において吸収されても構わない場合には、受光領域（i 型半導体層 13）のバンドギャップエネルギーが 4.3 eV 以上（波長約 290 nm 以下）となることで、4.3 eV 以上のエネルギーを有する光が選択的に吸収されるように、アルミニウム組成比  $z = 0.31$ 、或いはそれ以上となるように成膜される。波長約 290 nm 以下では図 6 に示すようにそれらの外乱光の光強度が非常に小さくなり、他方で火炎の光は大きいので、結果として火炎の光が存在することを検知することができる。

#### 【0047】

更に、火炎センサを構成するフォトダイオード（受光装置 2）が給湯器内部やエンジン内部などの閉鎖空間に設置され、そこでの火炎の発光を検出したい場合には、上述した室内光や太陽光が存在しないため、それらの存在を考慮する必要はない。そのため、検出対象波長範囲内にある火炎の光の中でも特に炭化水素を含む化合物（都市ガスに含まれるメタンや、エンジンで燃焼される燃料）を燃焼させた場合に観測される OH ラジカルの発光に起因する発光ピーク（波長約 31

0 nm ( $310\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ ) : 4.0 eV) の光を選択的に受光することのできるフォトダイオードを作製する場合には、受光領域のバンドギャップエネルギーを 4.0 eV 付近に設定し、約 4.0 eV 以上のエネルギーを有する光が選択的に吸収されるように、アルミニウム組成比  $z = 0.23$  となるように成膜すればよい。

#### 【0048】

低温ボイラのように輻射ノイズ（炉壁輻射など）が非常に少ない場所で使用される場合は、UV-B 領域の波長  $314\text{ nm}$  の光を検出することを目的とするにも拘わらず、受光領域のカットオフ波長を GaN のバンドギャップエネルギー付近に設定しても良い場合がある。この場合、受光領域のバンドギャップエネルギーを 3.4 eV に設定し、約 3.4 eV 以上のエネルギーを有する光が選択的に受光領域で吸収されるようにすればよい。

#### 【0049】

また、受光領域のバンドギャップエネルギーを調整するだけでなく、受光領域の光入射面側（本実施形態では基板 10 側）に配置される半導体層のバンドギャップエネルギーが、受光領域のバンドギャップエネルギー以上であるように構成し、所望の波長範囲の光を選択的に透過させる光選択層として作用させることも行われる。言い換えると、n 型半導体層 ( $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ) 12 のバンドギャップエネルギーを、受光領域として作用する i 型半導体層 ( $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{N}$ ) 13 のバンドギャップエネルギー以上に設定したヘテロ構造を採用することで、i 型半導体層 13 で吸収されるべき波長範囲の光が、n 型半導体層 12 で光吸収や光散乱などによる光損失を被らないように設計することができる。この場合、アルミニウム組成比  $x$ 、 $z$  の関係は、 $x > z$  である。

#### 【0050】

例えば、n 型半導体層 ( $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ) 12 のアルミニウム組成比  $x = 0.3$  とした場合には、波長約  $290\text{ nm}$  以上の光を i 型半導体層 13 側に良好に透過させることができる。更に、n 型半導体層 12 においては、波長約  $290\text{ nm}$  よりも短い波長の光を吸収するため、i 型半導体層 ( $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{N}$ ) 13 のアルミニウム組成比を  $z = 0.2$  とした場合には、i 型半導体層 13

において波長約 290 nm～約 310 nm の光を選択的に吸収するフォトダイオード（受光装置 2）が得られる。

#### 【0051】

図 8 のグラフに示すのは、図 5 を参照して説明したのと同様に、図 4 に光学特性を示したリン酸ガラスの 2 つの面上に、短波長側の吸収の立ち上がり波長が 290 nm である干渉フィルタ構造と、同じく短波長側の吸収の立ち上がりが 340 nm である干渉フィルタ構造とを堆積させることで得られたフィルタ装置 1 と、図 3 に例示した構造であり、受光領域として作用する i 型半導体層 13 のバンドギャップエネルギーを 4.4 eV に設定したフォトダイオード（受光装置 2）とで構成される光センサの感度特性である。この場合、検出対象波長範囲内にある波長 270 nm における第 1 感度の値が、検出対象波長範囲外にあり、上記第 1 波長（波長 270 nm）より 50 nm だけ長波長の第 2 波長（波長 320 nm）における第 2 感度の値の 1 万倍以上とできる。つまり、検出対象とする光のみを高い波長選択性を持って検出することができるため、検出対象波長範囲内にある光が微弱であっても、その存在を良好に検出することができる光センサを提供することができる。尚、比較例としてフィルタ装置 1 を設けない場合の光センサの感度のグラフも併せて示すが、第 1 波長における感度と第 2 波長における感度の差を十分に確保できていないことが分かる。

#### 【0052】

更に、上記第 2 波長よりも長波長側の可視域のどの波長における感度についても、上記第 1 波長における第 1 感度との間の感度差が十分に確保されているので、検出対象とする光のみを高い波長選択性を持って検出することができ、検出対象波長範囲内にある光が微弱であっても、その存在を良好に検出することができる光センサを提供することができる。

#### 【0053】

更に、受光領域の形成に係る半導体層のバンドギャップエネルギーと、それよりも光入射面側に配置される半導体層（光選択層）のバンドギャップエネルギーとを調整することで、所定の検出対象波長範囲の光を選択的に検出することができる光センサを作製することができる。その際、フィルタ装置 1 による透過波長範囲

の長波長端波長が受光領域の吸収端波長と等しく、且つ透過波長範囲の短波長端波長が光選択層の吸収端波長と等しくなるように、所定の光学特性を有する色ガラスフィルタや各干渉フィルタ構造を組み合わせて使用される。このような光センサの応用例としては、UV-A（波長 315 nm～波長 400 nm）、UV-B（波長 280 nm～波長 315 nm）、UV-C（波長 280 nm～波長 100 nm）といった各検出対象波長範囲に存在する紫外線の強度を測定するためのデバイスが挙げられる。また、これらのデバイスを火炎センサとして使用することもできる。

#### 【0054】

以下には、図3に例示した構造のPIN型のフォトダイオード（受光装置2）において、光選択層として作用するn型半導体層12および受光領域として作用するi型半導体層13を $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ ）で構成した場合の例について説明する。但し、n型半導体層12およびi型半導体層13においてインジウム組成比xおよびアルミニウム組成比yの値はそれぞれ調整され、その結果、図7に示すようにn型半導体12およびi型半導体層13を構成する $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ ）のバンドギャップエネルギーが導出される。また、フィルタ装置1は、その透過波長範囲が以下のそれぞれの場合の検出対象波長範囲と等しくなるように所定の色ガラスフィルタ及び干渉フィルタ構造を使用して形成されるものとする。

#### 【0055】

まず、UV-A、UV-B、UV-Cの全ての光を検出するための光センサを作製する場合、検出対象波長範囲が波長 100 nm～波長 400 nmとなることから、受光領域であるi型半導体層13のバンドギャップエネルギーを検出対象波長範囲の長波長端波長（400 nm）に相当する約 3.1 eVに調整すればよい。また、光選択層であるn型半導体層12のバンドギャップエネルギーは検出対象波長範囲の短波長端波長（100 nm）に相当するバンドギャップエネルギーに近づくように、できる限り大きくすることが要求される。従って、i型半導体層13を $\text{In}_{0.21}\text{Ga}_{0.79}\text{N}$ とし、n型半導体層12を $\text{AlN}$ とすればよい。

## 【0056】

UV-B及びUV-Cの光を検出するための光センサを作製する場合、検出対象波長範囲が波長100nm～波長315nmとなることから、受光領域であるi型半導体層13のバンドギャップエネルギーを検出対象波長範囲の長波長端波長(315nm)に相当する約3.9eVに調整すればよい。また、光選択層であるn型半導体層12のバンドギャップエネルギーは検出対象波長範囲の短波長端波長(100nm)に相当するバンドギャップエネルギーに近づくように、できる限り大きくすることが要求される。従って、i型半導体層13を $\text{Al}_{0.17}\text{Ga}_{0.83}\text{N}$ とし、n型半導体層12を $\text{AlN}$ とすればよい。

## 【0057】

UV-Cの光を検出するための光センサを作製する場合、検出対象波長範囲が波長100nm～波長280nmとなることから、受光領域であるi型半導体層13のバンドギャップエネルギーを検出対象波長範囲の長波長端波長(280nm)に相当する約4.4eVに調整すればよい。また、光選択層であるn型半導体層12のバンドギャップエネルギーは検出対象波長範囲の短波長端波長(100nm)に相当するバンドギャップエネルギーに近づくように、できる限り大きくすることが要求される。従って、i型半導体層13を $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.65}\text{N}$ とし、n型半導体層12を $\text{AlN}$ とすればよい。

## 【0058】

UV-Aの光を検出するための光センサを作製する場合、検出対象波長範囲が波長315nm～波長400nmとなることから、光選択層であるn型半導体層12のバンドギャップエネルギーを検出対象波長範囲の短波長端波長(315nm)に相当する4.4eVに調整し、受光領域であるi型半導体層13のバンドギャップエネルギーを検出対象波長範囲の長波長端波長(400nm)に相当する3.1eVに調整すればよい。従って、i型半導体層13を $\text{In}_{0.21}\text{Ga}_{0.79}\text{N}$ とし、n型半導体層12を $\text{Al}_{0.17}\text{Ga}_{0.83}\text{N}$ とすればよい。

## 【0059】

UV-A及びUV-Bの光を検出するための光センサを作製する場合、検出対象波長範囲が波長280nm～波長400nmとなることから、光選択層である

n型半導体層12のバンドギャップエネルギーを検出対象波長範囲の短波長端波長(280 nm)に相当する4.4 eVに調整し、受光領域であるi型半導体層13のバンドギャップエネルギーを検出対象波長範囲の長波長端波長(400 nm)に相当する3.1 eVに調整すればよい。従って、i型半導体層13を $\text{In}_{0.21}\text{Ga}_{0.79}\text{N}$ とし、n型半導体層12を $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.65}\text{N}$ とすればよい。

#### 【0060】

UV-Bの光を検出するための光センサを作製する場合、検出対象波長範囲が波長280 nm～波長315 nmとなることから、光選択層であるn型半導体層12のバンドギャップエネルギーを検出対象波長範囲の短波長端波長(280 nm)に相当する4.4 eVに調整し、受光領域であるi型半導体層13のバンドギャップエネルギーを検出対象波長範囲の長波長端波長(315 nm)に相当する3.9 eVに調整すればよい。従って、i型半導体層13を $\text{Al}_{0.17}\text{Ga}_{0.83}\text{N}$ とし、n型半導体層12を $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.65}\text{N}$ とすればよい。

#### 【0061】

##### <別実施形態>

##### <1>

図8に示すのは図1に例示した光センサの改変例であり、第2干渉フィルタ構造5が受光装置2'の受光面6上に堆積された場合の構造である。例えば、受光装置2'が図3に例示したようなフォトダイオードである場合には、第2干渉フィルタ構造5が受光面6となるサファイア基板10上に堆積される。この場合であっても、色ガラスフィルタ3と第1干渉フィルタ構造4と第2干渉フィルタ構造5とを通過した光のみが受光装置2の受光面6に入射されるので、それらのフィルタによって所定の波長範囲の光がそれぞれ遮断される。また、第1干渉フィルタ構造4が色ガラスフィルタ3上に堆積されているので、色ガラスフィルタ表面が熱や水分から保護され、その結果、熱や水分に対する耐性が大きい光センサが提供される。

#### 【0062】

このように、第1干渉フィルタ構造4および第2干渉フィルタ構造5を設ける



位置は、受光装置の受光面 6 側にあれば特に限定されるものではなく、図示はしないが第 2 干渉フィルタ構造 5 が第 1 干渉フィルタ構造 4 上に堆積されても構わない。

#### 【0063】

##### <2>

図 9 に示すのは、図 1 に示したような第 2 干渉フィルタ構造 5 上に、第 1 干渉フィルタ構造 4 と第 2 干渉フィルタ構造 5 とは別の第 3 干渉フィルタ構造 7 を設けた場合の例である。

図示するように、上記第 1 干渉フィルタ構造 4、上記第 2 干渉フィルタ構造 5、および上記第 3 干渉フィルタ構造 7 が受光装置 2 の受光面 6 側に形成されるので、太陽光や各種照明機器による室内光などの外乱光を更に広い波長範囲にわたって効果的に遮断することができる。また、色ガラスフィルタの表面が干渉フィルタ構造によって厚く保護することができるため、熱や水分に対する耐性（対環境性）が大きい光センサを提供することができる。尚、第 3 干渉フィルタ構造 7 を設ける位置は図 9 に例示した構成に限定されず、受光装置の受光面 6 側にあれば、色ガラスフィルタ 3 上や、第 1 干渉フィルタ構造 4 上や、第 2 干渉フィルタ構造 5 上や、受光装置の受光面 6 上などに堆積させることができる。但し、第 3 干渉フィルタ構造 7 を、第 1 干渉フィルタ構造 4 上または第 2 干渉フィルタ構造 5 上に堆積させる場合、一体として形成される干渉フィルタ構造の合計膜厚を  $1.5\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$  以下にして、ひび割れなどの問題が発生しないような対策を採っておく必要がある。

#### 【0064】

また、第 1 干渉フィルタ構造 4 と第 2 干渉フィルタ構造 5 と第 3 干渉フィルタ構造 7 とを設けるにあたって、3 つの干渉フィルタ構造を同じ部材（フィルタ装置または受光装置）上に積層するのでは無く、少なくとも何れかの干渉フィルタ構造が別の部材上に設けられるような構造を採用している。干渉フィルタ構造を積層する場合、その合計膜厚が大きくなり過ぎると（膜厚が  $1.5\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ ）ひび割れなどの問題が発生し、光学素子として使用することができなくなることがすることが新たに見出されたが、上述のように少なくとも何れかの干渉フィ

ルタ構造が別の部材上に設けられた構造を採用していることで、干渉フィルタ構造の合計膜厚を2つの表面上に分散させることができるため、干渉フィルタ構造にひび割れなどの問題が発生する可能性を排除することができる。

【0065】

<3>

図11に例示するのは、上述の本発明に係るフィルタ機能付き光センサを窒素又は不活性ガスで封止して構成された火炎センサの構成を示す図である。

火炎センサ20は、フィルタ装置1(1'、1'')及び受光装置2(2')を筐体21、基材22及びレンズ23内に收容し、その内部を窒素ガス、アルゴンガスなどの不活性ガスで封止して構成されている。従って、フィルタ装置及び受光装置が窒素雰囲気又は不活性ガス雰囲気に保持されることで、水分による色ガラスフィルタの性能劣化の問題を非常に小さくさせることができる。また、火炎センサ20の周囲の熱による色ガラスフィルタの性能劣化や受光装置の性能劣化の問題も非常に小さくさせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る光センサの構成図である。

【図2】

フィルタ装置の構成図である。

【図3】

受光装置の構成図である。

【図4】

色ガラスフィルタの光吸収特性を示すグラフである。

【図5】

フィルタ装置の光吸収特性を示すグラフである。

【図6】

火炎の発光スペクトルと太陽光のスペクトルと室内光のスペクトルを示すグラフである。

【図7】

InAlGa<sub>N</sub>のインジウム組成比及びアルミニウム組成比と InAlGa<sub>N</sub> のバンドギャップエネルギーとの関係図である。

【図 8】

光センサの感度特性を示すグラフである。

【図 9】

本発明に係る光センサの別の構成図である。

【図 10】

本発明に係る光センサの別の構成図である。

【図 11】

本発明に係る光センサの別の構成図である。

【符号の説明】

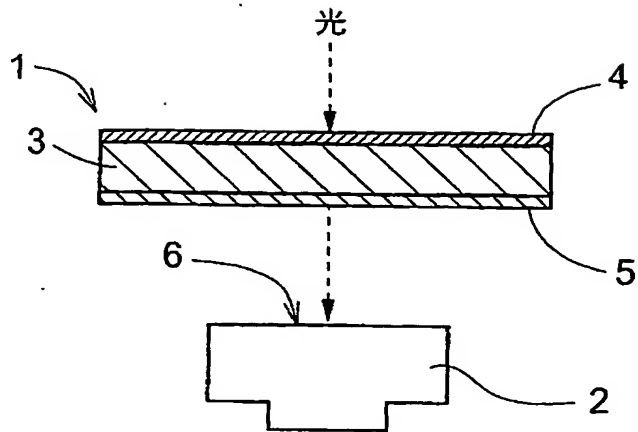
- 1 フィルタ装置
- 2 受光装置
- 3 色ガラスフィルタ
- 4 第1干渉フィルタ構造
- 5 第2干渉フィルタ構造
- 6 受光面
- 7 第3干渉フィルタ構造
- 10 基板
- 11 緩衝層
- 12 n型半導体層
- 13 i型半導体層
- 14 p型半導体層
- 15 コンタクト層
- 16 電極
- 17 電極
- 20 火炎センサ
- 21 筐体
- 22 基材



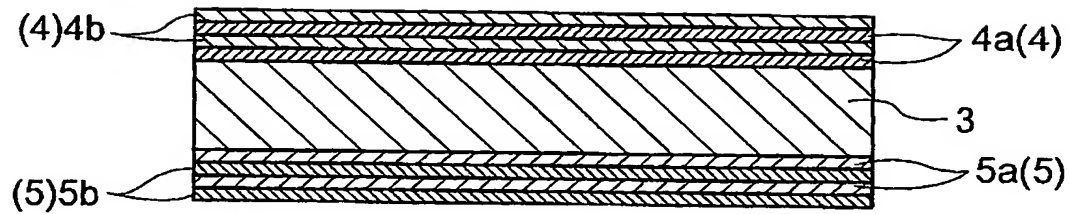
2 3 レンズ

【書類名】 図面

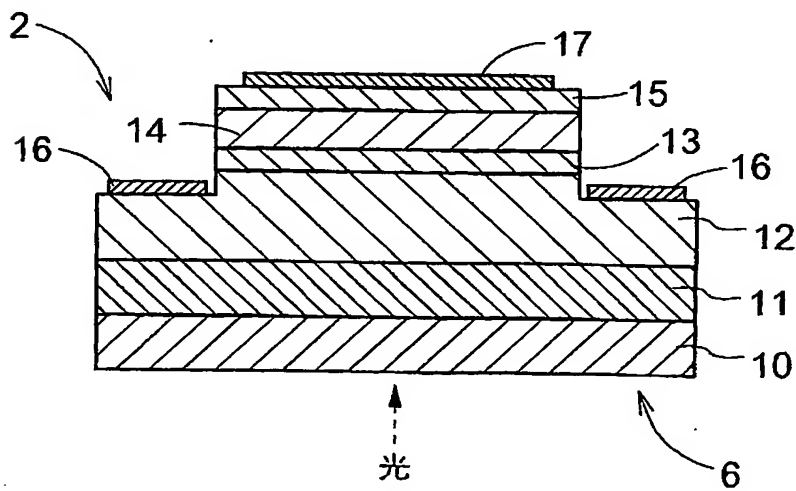
【図 1】



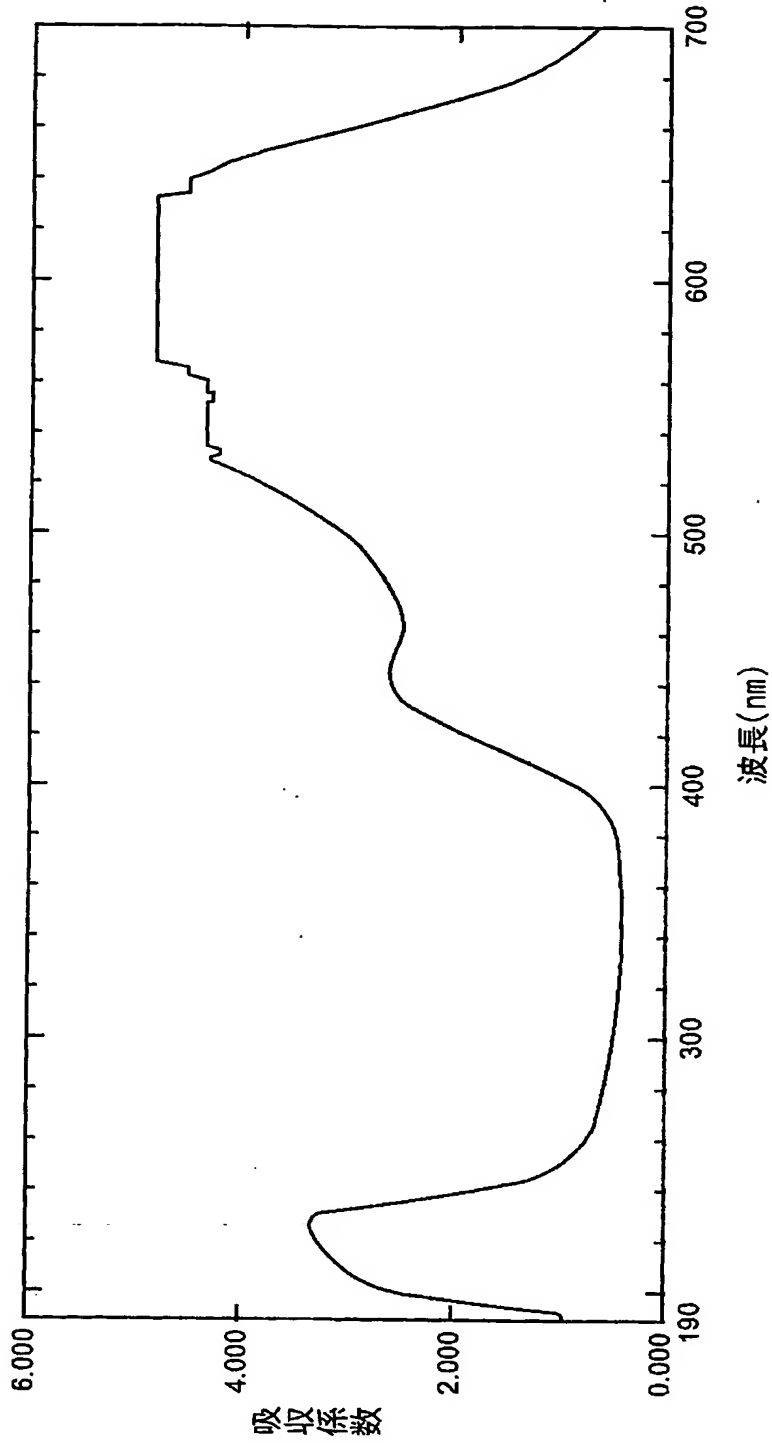
【図 2】



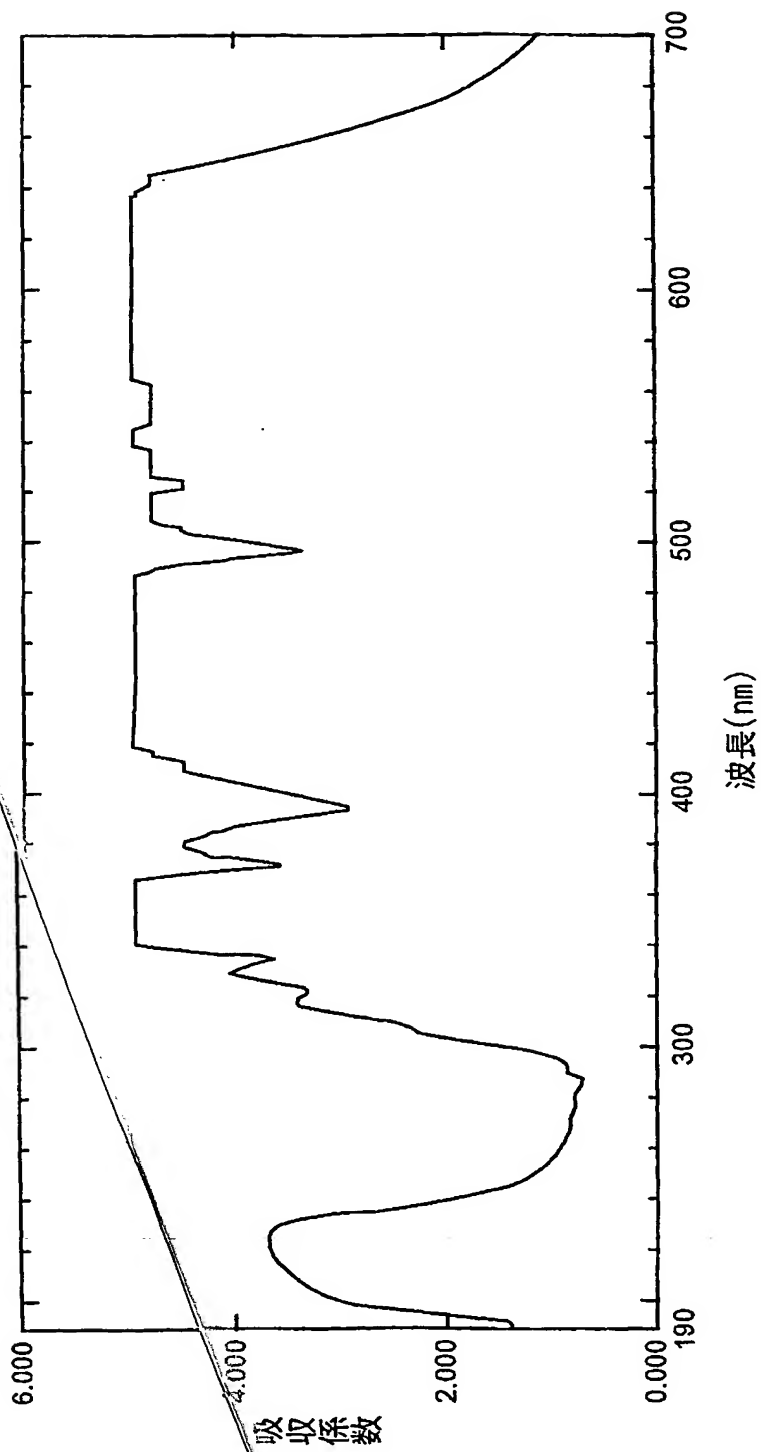
【図 3】



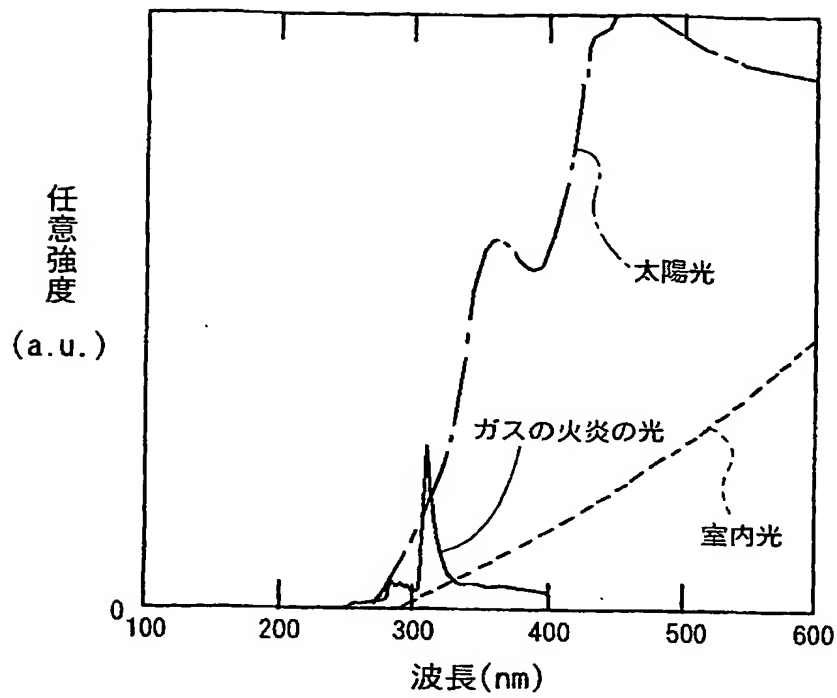
【図 4】



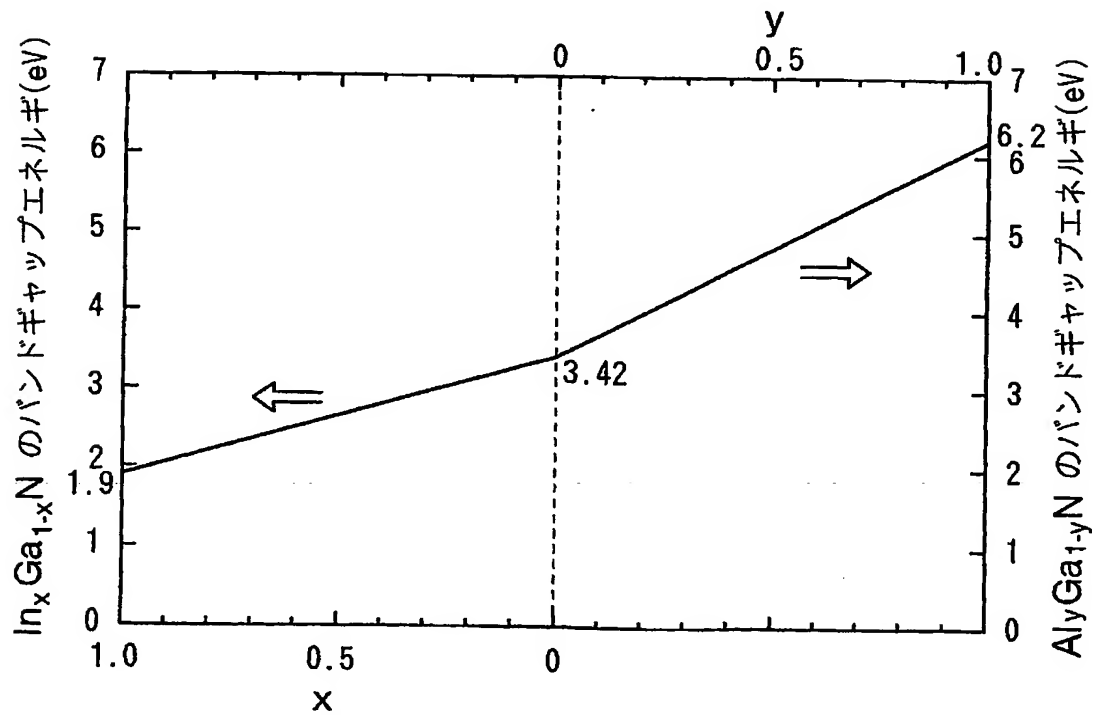
【図 5】



【図 6】

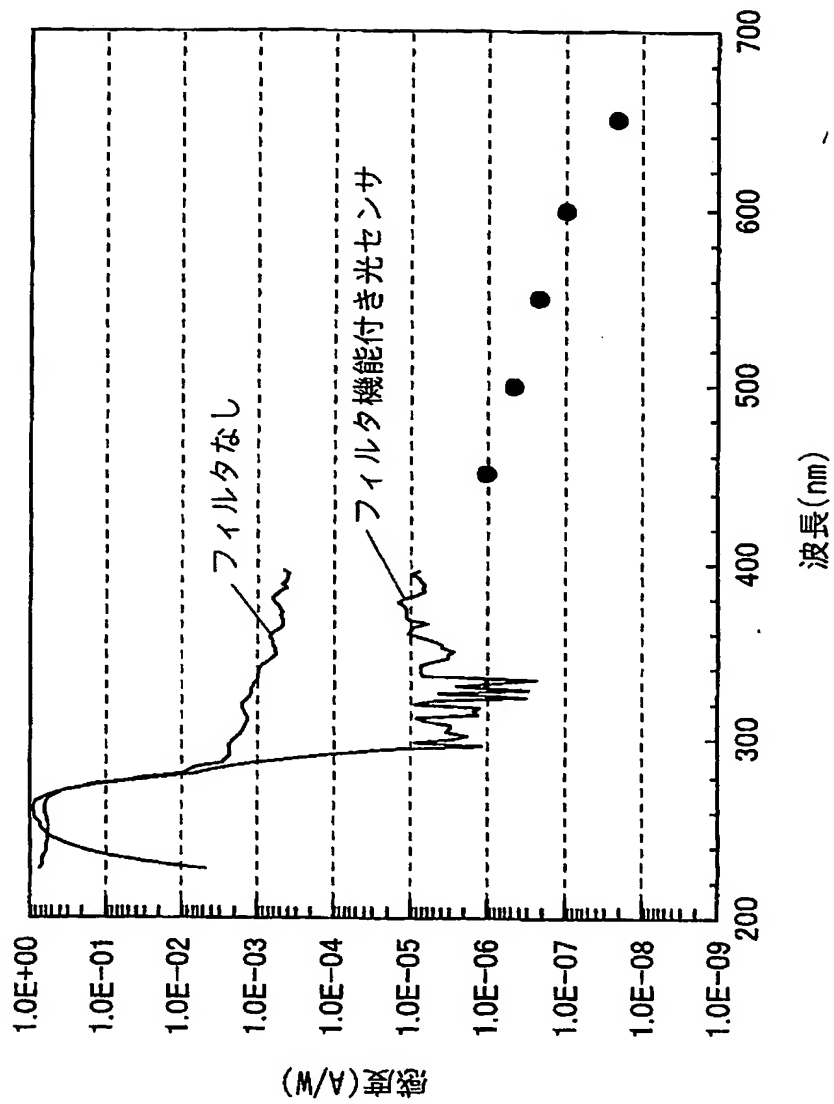


【図 7】

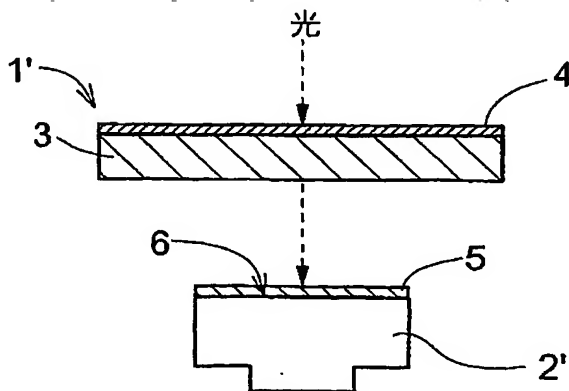




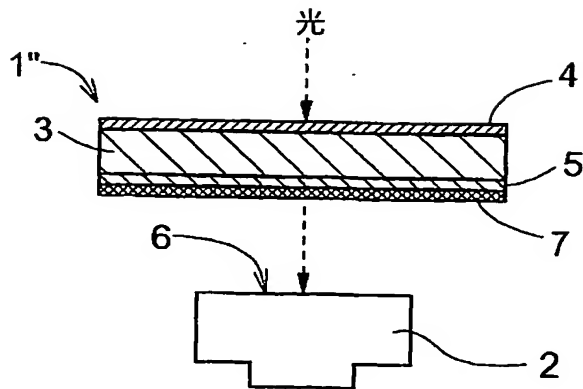
【図 8】



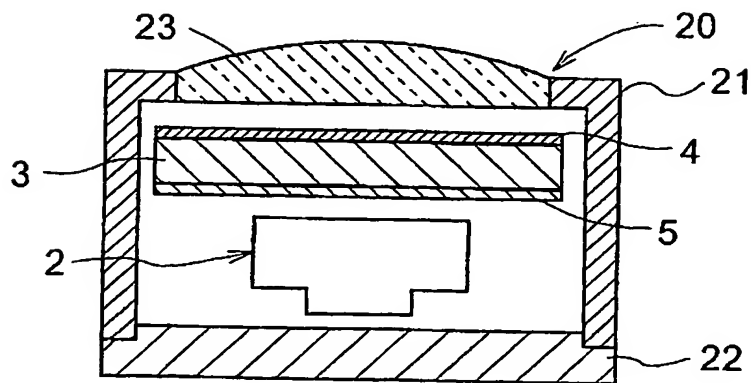
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 長期間にわたって安定した光学特性を保持することのできるフィルタ装置を提供し、それを用いた光センサを提供する。

【解決手段】 フィルタ装置 1 と受光装置 2 とを備えてなるフィルタ機能付き光センサであって、フィルタ装置 1 を構成する、複数の光透過層が積層されてなる第 1 干渉フィルタ構造が、色ガラスフィルタの表面上に堆積され、受光装置 2 が、単数または複数の半導体層を有する半導体受光素子構造を備え、半導体受光素子構造中の単数または複数の半導体層に受光領域が形成され、受光領域の形成に係る単数または複数の半導体層が  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 0.21$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ) を含む。

【選択図】 図 1

特願 2003-082589

出願人履歴情報

識別番号

[000000284]

1. 変更年月日

1990年 8月 8日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

氏 名

大阪瓦斯株式会社